

武鹏飞,张钧泳,谭娇等.基于DEM修订的新疆区域气温空间插值精度优化研究[J].沙漠与绿洲气象,2019,13(2):108-114.
doi:10.12057/j.issn.1002-0799.2019.02.016

基于DEM修订的新疆区域气温空间插值精度优化研究

武鹏飞¹,张钧泳^{2,3},谭娇⁴,梁凤超¹

(1.新疆乌鲁木齐气象卫星地面站,新疆 乌鲁木齐830011;2.新疆大学资源与环境科学学院智慧城市与环境建模自治区普通高校重点实验室,新疆 乌鲁木齐830046;3.绿洲生态教育部重点实验室,新疆 乌鲁木齐830046;
4.新疆财经大学计算机科学与工程学院,新疆 乌鲁木齐830046)

摘要:为研究新疆地区气温的空间变异性,以新疆66个国家气象台站1981—2010年月平均气温和30 m空间分辨率DEM数据为基础,采用传统插值法、基于DEM多元线性回归插值和基于DEM修正的空间插值方法对新疆区域气温数据进行栅格化,并分析年平均气温与海拔的相关关系。通过采用反距离权重法(IDW)、普通克里格法(Kriging)、样条函数法(Spline)和趋势面分析法(Trend)4种空间插值方法对气象要素进行直接插值、气温多元回归模型残差结果插值、基于DEM修正插值对比分析。通过针对插值方法进行基于MAE和RMSE的交叉验证,结果表明传统插值方法、基于多元线性回归和基于DEM修正4种空间插值精度均为IDW>Kriging>Spline>Trend。反距离权重(IDW)空间插值方法最优,基于DEM修正IDW插值、基于多元线性回归IDW插值与传统IDW插值精度分别是0.039、0.477、1.038。插值结果客观的表达了新疆区域气温随空间梯度的变化趋势。

关键词:数字高程模型(DEM);气温;空间插值;新疆

中图分类号:P468.021

文献标识码:A

文章编号:1002-0799(2019)02-0108-07

气温作为一种自然资源,反映地球表层系统热量状况的综合环境指数,是生态系统模型中重要指标^[1],常应用于气象学、生态学及土地科学等研究模型中^[2-3]。气温资源因经纬度、海陆分布以及地貌特征与下垫面特性的差异会在空间的分布上有明显的区域特征^[4]。通过气象站长期观测气象数据作为气温数据,但是气象站的观测值只是个点数据,仅代表站点区域的点气温状况,从而获取有限的气象要素数据^[5-7]。山地地形温度的空间分布受地理位置、地形因子(坡度、坡向)、山体走向等影响,随着GIS技术的扩展应用,通过与地理要素(高程、经度、纬

度、其它气象要素等)建立回归结合DEM修正插值的方法被广泛应用于区域气候要素的栅格化并得到了很好的效果^[8-10]。

空间插值是利用已知的点数据来估测未知数据的一种方法^[11-13]。普通克里格法、反距离权重法、趋势面法、样条函数法和泰森多边形法等插值方法一般不考虑地形地貌及下垫面等因素;另一类为在考虑相关因素的插值方法,主要有协同克里格插值、多元回归法以及基于DEM修正插值^[13-18]。沈红等人^[19]在考虑地理因素对插值的影响,运用多元线性回归、反距离权重和趋势面直接内插法对30 a黄土高原及其周边地区月平均温度和降水量进行空间插值,结果表明基于地理要素多元线性回归方法优于直接内插法。李军等^[20]通过样条插值、普通克里格插值和反距离权重法3个不同的插值方法对1961—2000年的全国623个气象站逐月平均气温进行空间插值,最优的空间插值方法是结合DEM高程海拔影响的普通克里格法。陈冬花等^[21]研究近48 a伊犁河

收稿日期:2018-01-17;修回日期:2018-04-12

基金项目:中国气象局遥感卫星辐射测量和定标重点开放实验室开放课题AOD修正FY-3/MERSI植被指数应用研究;乌鲁木齐气象卫星地面站科研课题:基于FY-3DMRS数据的新疆植被自动监测软件开发;新疆大学博士生科技创新项目(XJUBSCX-2016015)联合资助。

作者简介:武鹏飞(1977-),男,高级工程师,主要从事植被生态遥感研究。E-mail:junyang_zh@163.com

谷及周边的 19 个气象站点观测的月平均气温的空间插值, 基于 DEM 修正的空间插值方法与反距离权重和克里格插值等传统方法比对发现, 基于 DEM 修正模型的精度优于其他两种方法, 能较好的说明气温的空间差异性。新疆拥有独特的地理位置, 占地面积广阔, 地理要素复杂, 连续监测的气象站相对较少, 传统的插值方法由于对研究数据缺乏探索性空间分析, 忽视气温的空间分布特性, 视为同一平面离散点, 较难获取高精度结果。李莎等^[22]利用时空克里格气温插值研究, 得出时空克里格插值效果较好, 蔡迪花等^[23]研究发现基于交叉验证的 DEM 多元线性回归插值精度高于传统插值方法, 王丽等^[24]基于 DEM 多元线性回归插值, 对比反距离权重法(IDW)和克里格(Kriging)等方法发现, 基于 DEM 多元线性回归插值精度要高于传统插值方法, 仲嘉亮^[25]通过“回归方程与空间残差”方法对新疆气温进行空间插值, 但该方法未忽视地形因子对气温的影响, 张连成^[26]采用气温垂直订正插值与多元回归+残差订正插值对新疆气温进行插值, 但仅选取基于普通克里格插值方法, 以上研究均考虑地理因素、气象要素, 但针对气温空间插值没有最优对比, 在同一种插值方法不同地区效果差别很大。

因此, 本文通过对比分析反距离权重法(IDW)、普通克里格法(Kriging)、样条函数法(Spline)和趋势面法(Trend)4 种目前广泛应用的空间插值方法, 采用直接内插法、“多元回归+残差内插”和基于 DEM 修正插值法对新疆区域气温要素进行插值研究, 找出最优方法并建立新疆区域近 30 a 气温要素栅格数据集, 能为新疆区域的气候评估、气候变化分析等研究提供理论支持。

1 资料与方法

1.1 研究区概况

新疆位于亚欧大陆腹地, 地处我国西北边陲, 在我国拥有最长的边境线, 与俄罗斯、哈萨克斯坦、巴基斯坦等 8 个国家接壤, 总面积为 166.49 万 km²。新疆呈现出“三山夹两盆”的地貌特征, 属于温带大陆性气候, 光热资源充足, 是我国重要的瓜果、棉花产地。

1.2 数据获取

1.2.1 气象数据来源

新疆维吾尔自治区气象信息中心提供的 1981—2010 年新疆 66 个国家级气象台站近 30 a 年均气温数据、数字高程模型(DEM)数据, 气象站

点如图 1 所示。有 66 个完整的观测数据气象站点, 包括气象站的台站号、站点名称、经纬度、海拔和 30 a 年平均气温。

1.2.2 数字高程模型(DEM)的建立

数据来源为美国地球资源观测系统的数据中心共享数据, 空间分辨率为 30 m×30 m。首先利用 ArcGIS10.2 软件对 DEM 数据进行拼接, 拼成一个完整的新疆区域, 其次通过重采样(Resample)分辨率为 1 km×1 km DEM 高程数据, 投影为 UTM 投影, 基准面为 WGS-84, 标准纬线为 44°N。

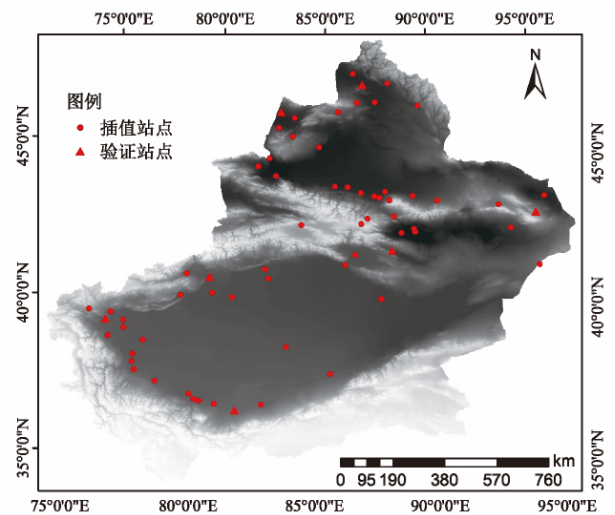


图 1 新疆气象站点分布图

1.3 数据处理

本文利用 GS+、ArcGIS10.2 等软件对温度数据进行处理, 利用 Excel2013 和 SPSS22.0 等数理统计软件对气温的属性数据进行分析与处理。以下为基本的处理步骤:

(1)基本数据处理。通过 Excel2013 软件整理新疆 66 个国家级气象台站 1981—2010 年年平均气温基本数据, 内容包括气象站点名称、台站号、经纬度、海拔和年平均气温 5 个因素。

(2)新疆 66 个国家气象站点中选取 7 个气象站点, 根据均匀分布原则进行气温数据栅格化结果的验证。本文选取用于检验的站点是布尔津、塔城、阿克苏、喀什、于田、库米什和伊吾 7 个气象站点进行其 30 a 年平均气温数据验证。

(3)在 Excel2013 和 SPSS22.0 中, 首先利用多元回归分析, 对气象数据进行分析, 其次在 ArcGIS 软件中进行栅格数据运算处理, 利用 IDW、Kriging、Spline 和 Trend 插值方法对直接内插多元回归+残差内插和基于 DEM 修正插值数据和原始数据源进

行空间插值和栅格运算,分别得出年均气温数据分布图。

(4)采用相关系数、平均相对误差、MAE、RMSE进行误差分析,找出最优插值方法制作新疆近30 a平均气温栅格图。

1.4 研究方法

1.4.1 反距离权重法(IDW)

反距离权重法(Inverse Distance Weighted)是通过检测的一组采样点进行线性加权权重组合来确定像元值,加权值与距离成反比。此方法主要依赖于反距离的幂值,随着幂数的增大,内插值将逐渐接近最近的采样点的值,其公式为:

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{(d_i)^p} Z(x_i)}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{(d_i)^p}} \quad (1)$$

其中 Z 为预测的气温栅格值 $Z(x_i)$ 为第 $i(i=1, 2, \dots, n)$ 个气象站点的数据 n 为气象数据插值的站点数量 d_i 为插值点到第 i 个气象站点的距离 p 为距离的幂值。

1.4.2 Kriging 插值法

普通克里格法(Ordinary Kriging,简称 OK)是利用区域化变量的原始数据及变异函数的结构特点,对区域变量未知点的取值进行线性无偏最优估计的一种方法。使用公式表示为:

$$Z = \sum_{i=1}^n \lambda_i Z(x_i) \quad (2)$$

式中 Z 为预测的气象数据栅格值 λ_i 为气象站点的气象数据的一组权重系数 n 为用于气象数据插值的站点数量 $Z(x_i)$ 为站点的气象数据值。为满足无偏最优的条件,建立克里格方程组来确定权重系数,方程表达式为:

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i C(V_i, V_j) - \mu = C(V_i, V) \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1$$

式中 $C(v_i, v_j)$ 为气象站点之间的协方差函数 $C(v_i, V)$ 为气象站点与插值点之间的协方差函数 μ 为拉格朗日乘数。

1.4.3 样条函数法(Spline)

样条函数法是通过一种数学函数,通过控制估计方差,利用特征节点,对限定的点值,采用多项式拟合的方法产生平滑的插值曲线,使用公式为:

$$Z = \sum_{i=1}^n A_i d_i^2 \ln d_i + a + bx + cy \quad (4)$$

式中 Z 为预测的气温数据栅格值 d_i 为插值点到第 i 个气象站点的距离 $a+bx+cy$ 为气温局部趋势函数 x, y 为插值点地理经纬度 A_i, a, b 和 c 为方程系数 n 为用于插值的气象站点数量。

1.4.4 趋势面插值(Trend)

采用气温数据直接内插法、多元回归+残差内插和基于 DEM 修正插值结合 DEM 对新疆 30 a 平均气温进行栅格化。气温的变化受经纬度、海拔的影响,通过多元回归方法对气温数据进行栅格化,将气象站点的经纬度和海拔高度为输入变量,气象站点的实测气温作为输出变量进行多元回归,获得所有气象站的气温残差。

运用回归方程和数字高程模型(DEM)计算各气象站的气温,同时采用空间内插方法对气温残差进行空间插值,得到栅格残差。将两部分数据进行栅格运算得到预估的气温栅格图,其分布模型表达式为:

$$T = a \times H + b \times LO + c \times LA + e + a \quad (5)$$

本文考虑气温与对应经纬度和海拔高度的关系,建立新疆 30 a 年平均气温与气象站经纬度和海拔的多元回归方程,方程的 $P < 0.001$,达到极显著水平,其方程为:

$$T_{30} = 65.64 - 0.0649X - 1.0838Y - 0.0053Z, \quad (6)$$

$$R^2 = 0.9004 \quad P < 0.001$$

式中 T 为气象站点的温度 H 为气象站点的海拔高度 LO 为气象站点的经度 LA 为气象站点的纬度 e 为常数系数 a 为残差项。 a, b, c 为回归方程系数。

1.5 基于 DEM 修正的插值

据气象站点实测数据来估测未测点的数据,利用上述空间插值方法在山区的结果不可靠^[18-25]。基于 DEM 修正插值方法,考虑温度的水平与垂直地带性空间分布特征,对气温插值结果有很大影响^[18]。气温随着海拔上升而递减趋势,这种趋势随地区或季节不同而略显不同。利用 SPSS 软件回归结果获得研究区平均气温随海拔高度变化的直减率,年平均气温随海拔高度变化的气温直减率为 $0.491^\circ\text{C}/100\text{ m}$,与标准气温直减率不同,说明不同区域海拔与气温的变化趋势不同。

2 结果与分析

2.1 直接内插与“多元回归+残差内插”

本文运用直接内插法根据新疆 66 个国家级气

象台站直接使用 4 种空间插值函数内插成栅格气温数据。用均匀分布法选取的 7 个验证站的实测数据进行验证,结果表明均通过显著性检验(表 1)。

表 1 验证站点年均气温的交叉验证结果

插值方法	原始数据			多元回归+残差内插		
	相关系数	标准误差	Sig	相关系数	标准误差	Sig
反距离权重(IDW)	0.783	2.02	0.037	0.986	0.55	0.000
克里格插值(OK)	0.693	2.39	0.084	0.979	0.66	0.000
样条函数插值(Spline)	0.591	3.46	0.163	0.839	2.23	0.018
趋势面插值(Trend)	0.832	1.82	0.02	0.963	0.89	0.001

“多元回归+内插残差”的气温数据栅格化方法中,输入变量以气象站的经纬度和地形因子为主,新疆 66 个气象台站气温值作为输出变量,运用多元回归分析并建立回归方程,获得所有站点的气温残差。将残差进行空间插值后再加上回归方程的计算结果得到栅格化气温数据。气温数据栅格化方法,“多元回归+内插残差”方法明显优于“气温数据直接内插”的方法。两种栅格化方法利用 4 种插值方法,进而分析和比较其结果。从表 1 可以看出,气温数据直接法内插的精度对比结果为趋势面插值、反距离插值具有较高的精度,克里格插值的精度较好,样条插值法的精度较低。“多元回归+内插残差”方法的精度对比结果,4 种插值方法优劣顺序是反距离权重法、克里格插值法、趋势面插值法和样条插值法。用于样条函数 Spline 插值方法栅格化所得气温跨度达 80℃,并且塔克拉玛干沙漠出现低温区域,与自然规律不符,所以样条函数插值不适用于新疆站点稀少、地形复杂的区域。其他三种方法的新疆年平均气温跨度在 36℃以上,这与新疆特殊的地理环境有关。通过图 2 可以看出 4 种插值方法的栅格化结果均与地理纬度、DEM 分布趋向一致,高温区域出现在吐鲁番盆地和塔克拉玛干沙漠区域,高温极值出现在塔克拉玛干沙漠南缘及东南部地区,低温区主要出现在三大山区,总体上呈现由低海拔向高海拔递减的趋势,这结果表明气温的空间分布对地形的影响较为显著。

2.2 基于 DEM 的年平均气温修正

在气温插值研究中,海拔通常被视为影响气温的重要因素之一^[22]考虑气温随海拔的升高而呈递减趋势,结合 DEM 数据,将任意一点的平均气温表达

式为:

$$T_h = T_0 + A \times H \quad (7)$$

式中, T_h 为修正到海平面气温, H 为海拔, A 为气温直减率。根据新疆地区的气温直减率,将气象站点的高程资料实测气温修订到海平面高度,再利用 4 种插值方法对气象站点的平均气温修正数据进行插值,生成的温度栅格数据结合 DEM 进行地形修订,生成具有地形特征的新疆气温模拟数据,基于 DEM 的修订表达式为:

$$T_{dem} = T_s - A \times H_{dem} \quad (8)$$

式中, T_{dem} 为经过 DEM 修订后的温度场模拟结果, T_s 为插值生成的插值结果, H_{dem} 为 DEM 栅格数据^[16]。

2.3 模型验证

目前应用最为广泛的精度演验证方法为交叉验证方法(Cross-validation)来验证插值效果气象要素数据插值结果。通过反距离权重法(IDW)、普通克里格法(OK)、样条函数法(Spline)和趋势面法(Trend)的原始数据直接内插与多元线性回归+残差内插法及基于 DEM 修正的插值法对年均温进行空间插值,进行交叉验证。结果表明,“多元线性回归+残差内插”的 4 种插值方法 MAE 和 RMSE 均小于原始数据的直接内插,考虑气温受地理位置和地形的影响,多元线性回归+残差内插法优于直接内插,在 4 中模型方法中, IDW 模型的 MAE 和 RMSE 均小于 Kriging 模型、Spline 模型和 Trend 模型,通过表 2 可以看出,气象要素数据 4 种插值方法年平均气温栅格化的直接内插方法,对于近 30 a 年平均气温而言, MAE 的排序为 IDW < Kriging < Trend < Spline, 其值为 1.038、1.477、1.491 和 3.189, RMSE 排序为 Trend < IDW < Kriging < Spline, 其值为 1.701、2.011、2.421 和 4.146。对多元回归误差结果分析, MAE 的排序为 IDW < Kriging < Trend < Spline, 其值为 0.477、0.585、0.868 和 1.704, RMSE 的排序为 IDW < Kriging < Trend < Spline, 其值为 0.546、0.658、0.888、2.247, 基于 DEM 修正验证站点的 MAE 和 RMSE 误差分析见表 2,结果表明基于 DEM 修正插值交叉验证优于其他插值方法,在相同条件下, IDW 优于其他三种插值方法。因此“数据多元回归+残差”和基于 DEM 修正插值 4 种插值方法的精度均优于原始数据直接内插法,而回归方法总体来看, MAE 与 RMSE 的排序一致,在气温要素栅格化插值方法中, IDW 空间栅格化精度高于 Kriging 和 Spline 的结果。

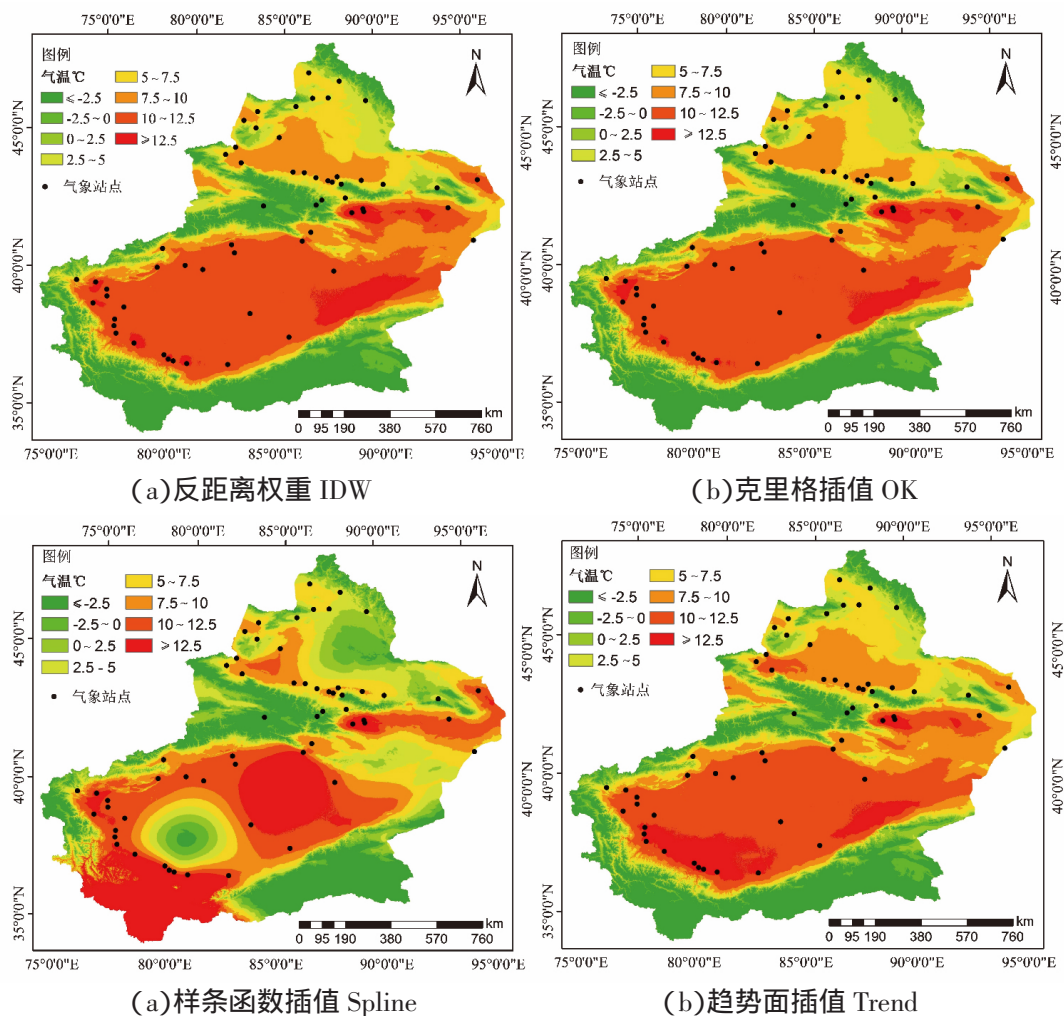


图 2 4 种插值方法对比图

表 2 不同插值方法的交叉验证
(Cross-validation)的结果

插值方法	传统插值		多元回归+残差内插		基于 DEM 修正插值结果	
	MAE	RMSE	MAE	RMSE	MAE	RMSE
反距离权重 IDW	1.038	2.011	0.477	0.546	0.390	0.537
克里格插值 OK	1.477	2.421	0.585	0.658	0.463	0.556
样条函数插值 Spline	3.189	4.146	1.704	2.247	1.639	2.213
趋势面插值 Trend	1.491	1.701	0.868	0.888	0.825	0.863

3 结论

(1)对 4 种插值模型进行栅格化,结果表明 4 种模型在空间分布上均呈现出明显的梯度变化,其中 Spline 方法受气象台站空间分布的影响,容易出现极值和极值中心偏差,生成的气温分布存在明显的“牛眼”,影响结果的精度。

(2)采用多元回归+残差内插方法和基于 DEM 修正插值方法,对新疆气温数据进行插值方法研究,建立年平均气温与气象台站地理位置的多元回归模型。由相关系数与标准误差可知,气温数据的直接内插与“多元回归+残差分析”4 种插值方法相比,精度较差。多元回归模型插值,反距离权重(IDW)的模型精度总体要高于其他 3 种方法;而基于 DEM 修正插值方法的 MAE 和 RMSE 均小于其他插值方法。

(3)从新疆年平均气温分布结果来看,年平均气温范围为-22.4~16.0℃,高温区域出现在哈密吐鲁番盆地和塔克拉玛干沙漠区域,高温极值出现在塔克拉玛干沙漠南缘及东南部地区,低温区主要出现在三大山区,总体上呈现由低海拔向高海拔递减的趋势,这说明气温的空间分布受地形、海拔的影响较为明显。

(4)通过“多元回归+残差分析”和基于 DEM 修正插值得出最优的插值方法(IDW),对新疆区域的

气温要素进行栅格化,得出新疆区域近 30 ℃的气温栅格空间分布图,为新疆未来气候变化的评估及预测提供支持。

新疆特殊的地理位置及复杂的山地地形,气候的变化受到其他因素如坡度、坡向的影响,导致其栅格化精度较其他区域较低。基于 DEM 修正模型一定程度上可以提高栅格化精度,但是在今后探索新疆区域气候要素栅格化的过程中,提高栅格化精度仍是重点。

参考文献:

- [1] 于贵瑞,何洪林,刘新安,等.中国陆地生态信息空间化技术研究(I):气象/气候信息的空间化途径[J].自然资源学报,2004,19(4):537-544.
- [2] 孙佳,李永华,李庆祥,等.重庆气温资料均一性检验和订正的初步分析[J].西南师范大学学报(自然科学版),2014,39(9):173-179.
- [3] 唐圣钧,程志刚,王东海,等.基于 DEM 的贵州山区气温和降水推算方法研究[J].西南大学学报(自然科学版),2015,40(1):1-10.
- [4] 史玉光,孙照渤,杨青.新疆区域面雨量分布特征及其变化规律[J].应用气象学报,2008,19(3):326-332.
- [5] 廖顺宝,李泽辉.气温数据栅格化中的几个具体问题[J].气象科技,2004,32(5):352-356.
- [6] 张洪亮,倪绍祥,邓自旺,等.基于 DEM 的山区气温空间模拟方法[J].山地学报,2002,20(3):360-364.
- [7] 陈加兵,励惠国,郑达贤,等.福建省年均温空分布模拟研究[J].亚热带资源与环境学报,2007,2(1):1-5.
- [8] 刘登伟,封志明,杨艳昭.海河流域降水空间插值方法的选取[J].地球信息科学,2006,8(4):75-83.
- [9] 马轩龙,李春娥,陈全功.基于 GIS 的气象要素空间插值方法研究[J].草业科学,2008,25(11):13-19.
- [10] 李彦,王丽娜,蒋镇.一种针对气象要素的空间插值算法[J].重庆理工大学学报(自然科学),2014,28(6):94-98.
- [11] Lam N S. International Encyclopedia of Human Geography, 2009, 369.
- [12] 朱求安,张万昌,赵登忠.基于 PRISM 和泰森多边形地形要素日降水量空间插值研究[J].地理科学,2005,25(2):233-238.
- [13] 杨昕,汤国安,王春,等.基于 DEM 的山区气温地形修正模型—以陕西省耀县为例[J].地理科学,2007,27(4):525-530.
- [14] 李军龙,张剑,张从,等.气象要素空间插值方法的比较分析[J].草业科学,2006,23(8):6-11.
- [15] 李新,程国栋,卢玲.空间内插方法的比较[J].地球科学进展,2000,15(3):260-265.
- [16] Daly C, Gibson W P, Taylor G H et al. A knowledge-based approach to the statistical mapping of climate[J]. Climate Research, 2002, 22: 99-113.
- [17] Zhou S Q, Xue G Y, Gong P. The SIA method for spatial analysis of precipitation in the upper-middle reaches of the Yangtze River [J]. Journal of Geographical Sciences, 2005, 15(2): 223-238.
- [18] 贺伟,布仁仓,熊在平,等.1961-2005 年东北地区气温和降水变化趋势[J].生态学报,2013,33(2):0519-0531.
- [19] 沈红,刘文兆,张勋昌.黄土高原气象要素栅格化方法的研究[J].2010,38(4):100-114.
- [20] 李军,游松财,黄敬峰.中国 1961-2000 年月平均气温空间插值方法与空间分布[J].生态环境,2006,15(1):109-114.
- [21] 陈冬花,邹陈,王苏颖,等.基于 DEM 的伊犁河谷气温空间插值研究[J].光谱学与光谱分析,2011,31(7):1926-1929.
- [22] 李莎,舒红,徐正全.利用时空 Kriging 进行气温插值研究[J].武汉大学学报:信息科学版,2012,37(2):237-241.
- [23] 蔡迪花,郭锐,李崇伟.基于 DEM 的气温插值方法研究[J].干旱气象,2009,27(1):10-17.
- [24] 仲嘉亮.基于 RS 和 GIS 技术的新疆气温空间插值方法探讨[J].沙漠与绿洲气象,2007,1(4):33-35.
- [25] 张连成,胡列群,李帅,等.基于 GIS 的新疆地区两种气温插值方法对比研究[J].干旱气象,2017,35(2):330-360.
- [26] Willmott C J, Kellji M. Smart interpolation of annually air temperature in the United States [J]. Journal of Applied Meteorology, 1999(34): 2557-2586.

Research on Spatial Interpolation Accuracy Optimization of Air Temperature in Xinjiang Based on DEM

WU Pengfei¹, ZHANG Junyong^{2,3}, TAN Jiao⁴, LIANG Fengchao¹

(1.Urumqi Meteorological Satellite Ground Station, Urumqi 830011, China;

2. Key Laboratory of Wisdom City and Environmental Modeling Department of Education, Urumqi 830046, China;

3.Key Laboratory of Oasis Ecology of Ministry of Education, Xinjiang University, Urumqi 830046, China;

4.School of Computer Science, Xinjiang University of Finance & Economics, Urumqi 830012, China)

Abstract In order to study the spatial variability of temperature in Xinjiang, based on the DEM data with 30 resolution and the average monthly temperature from 66 national meteorological observatories in Xinjiang during 1981–2010, the temperature in Xinjiang is grided by the traditional interpolation method, DEM multiple linear regression interpolation and corrected DEM spatial interpolation method and the correlation relationship between mean annual temperature and elevation is analyzed. The four spatial interpolation methods including IDW, Kriging, Spline, and trend surface are used for temperature interpolation. The cross-validation based on MAE and RMSIE indicate that the interpolation resolution of the four methods are IDW>Kriging>Spline>Trend. The IDW method is the optimum. The DEW-corrected IDW interpolation, multi-linear regression IDW interpolation and traditional IDW interpolation resolution are 0.039, 0.477, and 1.038, respectively. The interpolation results showed the regional temperature change with spatial gradient in Xinjiang.

Key words digital elevation model(DEM); temperature; spatial interpolation; Xinjiang